


Voice coding and decoding system

Patent Number: ☐ [EP0890943](#), [A3](#), [B1](#)
Publication date: 1999-01-13
Inventor(s): NOMURA TOSHIYUKI (JP)
Applicant(s): NIPPON ELECTRIC CO (JP)
Requested Patent: ☐ [JP11030997](#)
Application Number: EP19980112167 19980701
Priority Number(s): JP19970202475 19970711
IPC Classification: G10L19/08
EC Classification: [G10L19/04](#), [G10L19/10](#)
Equivalents: ☐ [CA2242437](#), DE69828725D, JP3134817B2, ☐ [US6208957](#)
Cited Documents: [EP0696026](#); [WO9510760](#); [EP0718822](#); [EP0492459](#); [JP8263096](#)

Abstract

A first CELP coding circuit (14) receiving a signal obtained by down-sampling of an input signal by a down-sampling circuit (1), outputs a part of coded output to a second CELP coding circuit. The second CELP coding circuit (15) encodes the input signal on the basis of the coded output of the first CELP coding circuit. A multiplexer (7) outputs the coded outputs of the first and second CELP coding circuits in a form of a bit stream/ A demultiplexer (18) outputs the coded output of the first CELP coding circuit from the bit stream to a first CELP decoding circuit (16) when a control signal is low bit rate, and extracts a part of the output of the first CELP coding circuit and the output of the second CELP coding circuit to output to a second CELP decoding circuit (17) to output via a switch circuit (19) when the control signal is high bit rate. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-30997

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月2日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 1 0 L 9/14

G 1 0 L 9/14

J

7/04

7/04

G

9/18

9/18

E

H 0 3 M 7/30

H 0 3 M 7/30

B

H 0 4 B 14/04

H 0 4 B 14/04

Z

審査請求 有 請求項の数24 F D (全 25 頁)

(21) 出願番号

特願平9-202475

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月11日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 野村 俊之

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

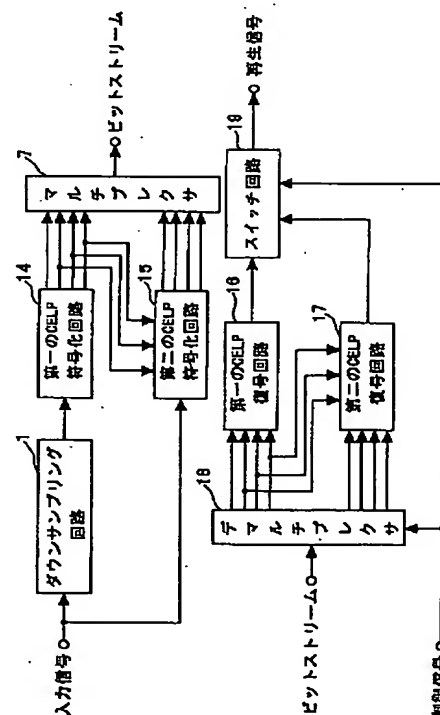
(74) 代理人 弁理士 加藤 朝道

(54) 【発明の名称】 音声符号化復号装置

(57) 【要約】

【課題】 階層符号化に基づく音声符号化復号装置の高効率化を実現すること。

【解決手段】 ダウンサンプリング回路1で入力信号をダウンサンプリングした信号を受ける第一CELP符号化回路14は符号化出力の一部を第二CELP符号化回路15に出力し、第二CELP符号化回路は入力信号を第一CELP符号化回路の符号化出力に基づき符号化し、マルチプレкса7は、第一、第二CELP符号化回路の符号化出力をビットストリームに出力し、デマルチプレкса18は制御信号が低ビットレートの時ビットストリームから第一CELP符号化回路の符号化出力を第一CELP復号回路16に出力し、高ビットレートの時ビットストリームから第一CELP符号化回路の出力の一部と第二CELP符号化回路の出力を抽出し、第二のCELP復号回路17に出力し、スイッチ回路19を介して出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 音声信号を階層的に符号化する際に、入力音声信号のサンプリング周波数を変化させた信号を $N-1$ 個作成し、入力音声信号と前記サンプリング周波数を変化させた信号を、サンプリング周波数が低い信号から、順次、符号化して得た線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスを N 階層分まとめて多重化する音声符号化装置であって、第 n 階層（ $n=2、\dots、N$ ）の符号化手段において、第 $n-1$ 階層までに符号化復号したピッチに対する差分ピッチを符号化し、対応する適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック探索回路を少なくとも含むことを特徴とする音声符号化装置。

【請求項2】 復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、復号可能な N 種類のビットレートに応じた復号手段を備え、復号ビットレートを表す制御信号に応じて、前記復号手段の中から第 n 階層（ $n=1、\dots、N$ ）の復号手段を選択し、ビットストリームから第 n 階層までのピッチを表すインデックスを第 n 階層のマルチパルス信号とゲインと線形予測係数を表すインデックスとを抽出するデマルチプレクサを備え、第 n 階層（ $n=2、\dots、N$ ）の復号手段において、第 n 階層までのピッチを表すインデックスからピッチを復号し、適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック復号回路を少なくとも含むことを特徴とする音声復号装置。

【請求項3】 音声信号を階層的に符号化する際に、入力音声信号のサンプリング周波数を変化させた信号を $N-1$ 個作成し、入力音声信号と前記サンプリング周波数を変化させた信号を、サンプリング周波数が低い信号から、順次、符号化して得た線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスを N 階層分まとめて多重化する音声符号化装置であって、第 n 階層（ $n=2、\dots、N$ ）の符号化手段において、第 $n-1$ 階層までに符号化復号したピッチに対する差分ピッチを符号化し、対応する適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック探索回路と、第 $n-1$ 階層までに符号化復号した $n-1$ 個のマルチパルス信号から第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補の中で、第 n 階層における第二のマルチパルス信号のパルス位置を符号化するマルチパルス探索回路と、前記適応コードベクトル信号と前記第一のマルチパルス信号と前記第二のマルチパルス信号とのゲインを符号化するゲイン探索回路と、

を含むことを特徴とする音声符号化装置。

【請求項4】 復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、復号可能な N 種類のビットレートに応じた復号手段を備え、復号ビットレートを表す制御信号に応じて、前記復号手段の中から第 n 階層（ $n=1、\dots、N$ ）の復号手段を選択し、ビットストリームから第 n 階層までのピッチとマルチパルス信号とゲインを表すインデックスと第 n 階層の線形予測係数を表すインデックスとを抽出するデマルチプレクサを備え、第 n 階層（ $n=2、\dots、N$ ）の復号手段において、第 n 階層までのピッチを表すインデックスからピッチを復号し、適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック復号回路と、第 $n-1$ 階層までのマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスから第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補に基づいて第 n 階層のマルチパルス信号を表すインデックスから第二のマルチパルス信号を復号するマルチパルス復号回路と、第 n 階層のゲインを表すインデックスからゲインを復号し、前記適応コードベクトル信号と前記第一のマルチパルス信号と前記第二のマルチパルス信号と復号したゲインから励振信号を作成するゲイン復号回路と、を含むことを特徴とする音声復号装置。

【請求項5】 音声信号を階層的に符号化する際に、入力音声信号のサンプリング周波数を変化させた信号を $N-1$ 個作成し、入力音声信号と前記サンプリング周波数を変化させた信号を、サンプリング周波数が低い信号から、順次、符号化して得た線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスを N 階層分まとめて多重化する音声符号化装置であって、第 n 階層（ $n=2、\dots、N$ ）の符号化手段において、第 $n-1$ 階層までに符号化復号したピッチに対する差分ピッチを符号化し、対応する適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック探索回路であって n 段の聴感重み付け再生フィルタを有する適応コードブック探索回路と、第 $n-1$ 階層までに符号化復号した $n-1$ 個のマルチパルス信号から第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補の中で、第 n 階層における第二のマルチパルス信号のパルス位置を符号化するマルチパルス探索回路と、前記適応コードベクトル信号と前記第一のマルチパルス信号と前記第二のマルチパルス信号とのゲインを符号化

するゲイン探索回路と、
 第 $n-1$ 階層までに符号化復号した線形予測係数を第 n 階層における入力信号のサンプリング周波数上の係数に変換する線形予測係数変換回路と、
 変換した $n-1$ 個の線形予測係数により、入力信号の線形予測残差信号を算出する線形予測残差信号作成回路と、
 算出した線形予測残差信号を線形予測分析して線形予測係数を算出する線形予測分析回路と、
 新たに算出した線形予測係数を量子化する線形予測係数量子化回路と、
 n 段の聴感重み付けフィルタを有するターゲット信号作成回路と、
 を含むことを特徴とする音声符号化装置。

【請求項6】復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、
 復号可能な N 種類のビットレートに応じた復号手段を備え、

復号ビットレートを表す制御信号に応じて、前記復号手段の中から第 n 階層($n=1, \dots, N$)の復号手段を選択し、ビットストリームから第 n 階層までの線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインを表すインデックスを抽出するデマルチプレクサと、

第 n 階層までのピッチを表すインデックスからピッチを復号し、適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック復号回路と、

第 $n-1$ 階層までのマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスから第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、

前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補に基づいて、第 n 階層のマルチパルス信号を表すインデックスから第二のマルチパルス信号を復号するマルチパルス復号回路と、

第 n 階層のゲインを表すインデックスからゲインを復号し、前記適応コードベクトル信号と前記第一のマルチパルス信号と前記第二のマルチパルス信号と復号したゲインから励振信号を作成するゲイン復号回路と、

第 $n-1$ 階層までに算出した線形予測係数を第 n 階層における入力信号のサンプリング周波数上の係数に変換する線形予測係数変換回路と、

励振信号により n 段の線形予測合成フィルタを駆動して再生信号を作成する再生信号作成回路と、

を含むことを特徴とする音声復号装置。

【請求項7】音声信号を階層的に符号化する際に、入力音声信号のサンプリング周波数を変化させた信号を $N-1$ 個作成し、入力音声信号と前記サンプリング周波数を変化させた信号を、サンプリング周波数が低い信号から、順次、符号化して得た線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスを N 階層分

まとめて多重化する音声符号化装置であって、
 第 n 階層($n=2, \dots, N$)の符号化手段において、第 $n-1$ 階層までに符号化復号した線形予測係数を第 n 階層における入力信号のサンプリング周波数上の係数に変換する線形予測係数変換回路と、

変換した $n-1$ 個の線形予測係数により、入力信号の線形予測残差信号を算出する線形予測残差信号作成回路と、

算出した線形予測残差信号を線形予測分析して線形予測係数を算出する線形予測分析回路と、

新たに算出した線形予測係数を量子化する線形予測係数量子化回路と、

n 段の聴感重み付けフィルタを有するターゲット信号作成回路と、

n 段の聴感重み付け再生フィルタを有する適応コードブック探索回路と、

マルチパルス生成回路と、

マルチパルス探索回路と、

n 段の聴感重み付けフィルタを有するターゲット信号作成回路と、

を含むことを特徴とする音声符号化装置。

【請求項8】復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、
 復号可能な N 種類のビットレートに応じた復号手段を備え、

復号ビットレートを表す制御信号に応じて、前記復号手段の中から第 n 階層($n=1, \dots, N$)の復号手段を選択し、ビットストリームから第 n 階層までの線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインを表すインデックスを抽出するデマルチプレクサと、

第 $n-1$ 階層までに算出した線形予測係数を第 n 階層における入力信号のサンプリング周波数上の係数に変換する線形予測係数変換回路と、
 励振信号により n 段の線形予測合成フィルタを駆動して再生信号を作成する再生信号作成回路と、

を含むことを特徴とする音声復号装置。

【請求項9】音声信号を階層的に符号化する際に、入力音声信号のサンプリング周波数を変化させた信号を $N-1$ 個作成し、入力音声信号と前記サンプリング周波数を変化させた信号を、サンプリング周波数が低い信号から、順次、符号化して得た線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスを N 階層分

まとめて多重化する音声符号化装置であって、

第 n 階層($n=2, \dots, N$)の符号化手段において、第 $n-1$ 階層までに符号化復号した $n-1$ 個のマルチパルス信号から第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、
 前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補の中で、第 n 階層における第二の

マルチパルス信号のパルス位置を符号化するマルチパルス探索回路と、

を含むことを特徴とする音声符号化装置。

【請求項10】復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、
復号可能なN種類のビットレートに応じた復号手段を備え、

復号ビットレートを表す制御信号に応じて、前記復号手段の中から第n階層 ($n = 1, \dots, N$) の復号手段を選択し、ビットストリームから第n階層までのマルチパルス信号を表すインデックスと第n階層のピッチと線形予測係数とゲインを表すインデックスとを抽出するデマルチプレクサと、

第n階層 ($n = 2, \dots, N$) の復号手段において、第n-1階層までのマルチパルス信号を表すインデックスから第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、

前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補に基づいて、第n階層のマルチパルス信号を表すインデックスから第二のマルチパルス信号を復号するマルチパルス復号回路と、
を含むことを特徴とする音声復号装置。

【請求項11】音声信号を階層的に符号化する際に、入力音声信号のサンプリング周波数を変化させた信号をN-1個作成し、入力音声信号と前記サンプリング周波数を変化させた信号を、サンプリング周波数が低い信号から、順次、符号化して得た線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスをN階層分まとめて多重化する音声符号化装置であって、

第n階層 ($n = 2, \dots, N$) の符号化手段において、第n-1階層までに符号化復号したピッチに対する差分ピッチを符号化し、対応する適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック探索回路と、

第n-1階層までに符号化復号したピッチに対する差分ピッチを符号化し、対応する適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック探索回路と、

第n-1階層までに符号化復号したn-1個のマルチパルス信号から第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、

前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補の中で、第n階層における第二のマルチパルス信号のパルス位置を符号化するマルチパルス探索回路と、

前記適応コードベクトル信号と前記第一のマルチパルス探索回路と、

前記適応コードベクトル信号と前記第一のマルチパルス信号と前記第二のマルチパルス信号とのゲインを符号化するゲイン探索回路と、

第n-1階層までに符号化復号した線形予測係数と第n

階層で新たに分析して得た線形予測係数との差分を符号化する線形予測量子化回路と、

を含むことを特徴とする音声符号化装置。

【請求項12】復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、
復号可能なN種類のビットレートに応じた復号手段を備え、

復号ビットレートを表す制御信号に応じて、前記復号手段の中から第n階層 ($n = 1, \dots, N$) の復号手段を選択し、ビットストリームから第n階層までの線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインを表すインデックスを抽出するデマルチプレクサと、

第n階層のピッチを表すインデックスからピッチを復号し、適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック復号回路と、

第n-1階層までのマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスからの第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、

前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補に基づいて、第n階層のマルチパルス信号を表すインデックスから第二のマルチパルス信号を復号するマルチパルス復号回路と、

第n階層のゲインを表すインデックスからゲインを復号し、前記適応コードベクトル信号と前記第一のマルチパルス信号と前記第二のマルチパルス信号と復号したゲインから励振信号を作成するゲイン復号回路と、

第n階層までの線形予測係数を表すインデックスから線形予測係数を復号する線形予測係数復号回路と、
を含むことを特徴とする音声復号装置。

【請求項13】音声信号を階層的に符号化する際に、入力音声信号のサンプリング周波数を変化させた信号をN-1個作成し、入力音声信号と前記サンプリング周波数を変化させた信号を、サンプリング周波数が低い信号から、順次、符号化して得た線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスをN階層分まとめて多重化する音声符号化装置であって、

第n階層 ($n = 2, \dots, N$) の符号化において、第n-1階層までに符号化復号した線形予測係数と第n階層で新たに分析して得た線形予測係数との差分を符号化する線形予測量子化回路を含むことを特徴とする音声符号化装置。

【請求項14】復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、

復号可能なN種類のビットレートに応じた復号手段を備え、

復号ビットレートを表す制御信号に応じて、前記復号手段の中から第n階層 ($n = 1, \dots, N$) の復号手段を選択し、ビットストリームから第n階層までの線形予測係

数を表すインデックスと第 n 階層のピッチとマルチパルス信号とゲインを表すインデックスを抽出するデマルチプレクサと、

第 n 階層までの線形予測係数を表すインデックスから線形予測係数を復号する線形予測係数復号回路と、を含むことを特徴とする音声復号装置。

【請求項15】請求項1記載の音声符号化装置で符号化したビットストリームを、請求項2記載の音声復号装置で復号する音声符号化復号装置。

【請求項16】請求項3記載の音声符号化装置で符号化したビットストリームを、請求項4記載の音声復号装置で復号する音声符号化復号装置。

【請求項17】請求項5記載の音声符号化装置で符号化したビットストリームを、請求項6記載の音声復号装置で復号する音声符号化復号装置。

【請求項18】請求項7記載の音声符号化装置で符号化したビットストリームを、請求項8記載の音声復号装置で復号する音声符号化復号装置。

【請求項19】請求項9記載の音声符号化装置で符号化したビットストリームを、請求項10記載の音声復号装置で復号する音声符号化復号装置。

【請求項20】請求項11記載の音声符号化装置で符号化したビットストリームを、請求項12記載の音声復号装置で復号する音声符号化復号装置。

【請求項21】請求項13記載の音声符号化装置で符号化したビットストリームを、請求項14記載の音声復号装置で復号する音声符号化復号装置。

【請求項22】入力信号をダウンサンプリングし第一の入力信号を出力するダウンサンプリング回路と、前記第一の入力信号を符号化する第一符号化手段と、前記入力信号を、前記第一の符号化手段の符号化出力に基づいて符号化する第二符号化手段と、前記第一符号化手段と第二符号化手段の符号化出力をビットストリームに変換して出力するマルチプレクサと、前記ビットストリームと制御信号を入力し、前記制御信号が第一ビットレートを表す場合、前記ビットストリームから、前記第一符号化手段の符号化出力を第一復号手段に出力し、前記制御信号が第二ビットレートを表す場合、前記ビットストリームから、前記第一符号化手段の符号化出力の一部と前記第二符号化手段の符号化出力を抽出し、第二復号手段に出力するデマルチプレクサと、前記制御信号に応じて、前記第一復号手段または第二復号手段において、再生信号を復号し、スイッチを介して出力する、ことを特徴とする音声符号化復号装置。

【請求項23】前記第二符号化手段が、請求項1、3、5、7、9、11のいずれかに記載の音声符号化装置の前記第2階層($n=2$)の符号化手段よりなる、ことを特徴とする請求項22記載の音声符号化復号装置。

【請求項24】前記第二復号手段が、請求項2、4、6、8、10、12のいずれかに記載の音声復号装置

の前記第2階層($n=2$)の復号手段よりなる、ことを特徴とする請求項22記載の音声符号化復号装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、階層符号化に基づく音声符号化装置及び復号装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、復号するビットレートを変えると再生信号のサンプリング周波数が変わる階層符号化に基づく音声符号化復号装置は、音声信号をパケット通信網上で伝送する際に、一部のパケットが欠落しても、帯域幅は狭いが比較的良好な品質の音声信号が復号可能であることを目的として用いられている。例えば特開平8-263096号公報(「文献1」という)には、音響信号を帯域分割して階層符号化する符号化方法及びその復号方法が提案されている。この符号化方法においては、階層数 N の階層符号化を実現する際、第1階層において、入力信号の低帯域成分から成る信号を符号化し、第 n 階層($n=2, \dots, N-1$)において、入力信号のうち第 $n-1$ 階層よりも帯域が広い成分から成る信号から、第 $n-1$ 階層までに符号化復号した $n-1$ 個の信号を減算した差分信号を符号化し、第 N 階層では、入力信号から第 $N-1$ 階層までに符号化復号した $N-1$ 個の信号を減算した差分信号を符号化する。

【0003】図12を参照して、各階層の符号化に符号励振線形予測(CELP: Code Excited Linear Predictive)符号化方式を用いた音声符号化復号装置の動作を説明する。簡単のため、階層数が2段の例を示す。3段以上についても、同様に説明できる。図12には、音声符号化装置で符号化したビットストリームを、音声復号装置において2種類のビットレート(以後、高ビットレートと低ビットレートとする)で復号できるようにした構成が示されている。なお、図12は、上記文献乃至以下に掲げる文献等に基づき、本発明者により、本発明に関連する技術として作成されたものである。

【0004】図12を参照して、この音声符号化装置について以下に説明する。ダウンサンプリング回路1は、入力信号をダウンサンプリング(例えば、サンプリング周波数を16kHzから8kHzに変換する)して第一の入力信号を作成し、第一のCELP符号化回路2に出力する。ここで、ダウンサンプリング回路1の動作説明については、P. P. Vaidyanathanによる“Multirate Systems and Filter Banks”と題した文献(「文献2」という)の4.1.1節(Figure 4.1-7)の記載が参照されるため、ここではその説明は省略する。

【0005】第一のCELP符号化回路2は、第一の入力信号を予め定められたフレーム毎に線形予測分析して、音声信号のスペクトル包絡特性を表す線形予測係数を算出し、対応する線形予測合成フィルタの励振信号

と、算出した線形予測係数とを、それぞれ、符号化する。ここで、励振信号はピッチ周期を表す周期成分と残りの残差成分とそれらのゲインにより構成される。ピッチ周期を表す周期成分は、適応コードブックと呼ばれる過去の励振信号を保持するコードブックに格納された適応コードベクトルとして表され、上記残差成分は、J-P. Adoulらによる“Fast CELP coding based on algebraic codes” (Proc. ICASSP, p p. 1957-1960、1987年)と題した論文(「文献3」という)に記載のマルチパルス信号として表される。

【0006】上記適応コードベクトルとマルチパルス信号をゲインコードブックに保持されたゲインにより重み付け加算して、励振信号を作成する。

【0007】再生信号は、上記励振信号で上記線形予測合成フィルタを駆動することにより合成することができる。ここで、上記適応コードベクトルと上記マルチパルス信号と上記ゲインの選択は、上記再生信号と上記第一の入力信号との間の誤差信号を聴感重み付けした上で、その誤差電力が最小となるように行なう。そして、上記適応コードベクトルと上記マルチパルス信号と上記ゲインと上記線形予測係数とに対応するインデックスを、第一のCELP復号回路3とマルチプレクサ7に出力する。

【0008】第一のCELP復号回路3では、上記適応コードベクトルと上記マルチパルス信号と上記ゲインと上記線形予測係数とに対応するインデックスとを入力し、それぞれ、復号する。上記適応コードベクトルと上記マルチパルス信号を上記ゲインで重み付け加算することにより、励振信号を算出し、上記励振信号で上記線形予測合成フィルタを駆動することにより、再生信号を作成する。さらに、再生信号をアップサンプリング回路4に出力する。

【0009】アップサンプリング回路4は、上記再生信号をアップサンプリング(例えば、サンプリング周波数を8kHzから16kHzに変換する)した信号を作成し、差分回路5に出力する。ここで、アップサンプリング回路4については、上記文献2の4. 1. 1節(Figure 4. 1-8)が参照できるので、その説明は省略する。

【0010】差分回路5は、入力信号とアップサンプリングした再生信号との差分信号を作成し、第二のCELP符号化回路6に出力する。

【0011】第二のCELP符号化回路6は、入力した上記差分信号を第一のCELP符号化回路2と同様に符号化し、適応コードベクトルとマルチパルス信号とゲインと線形予測係数とに対応するインデックスを、マルチプレクサ7に出力する。マルチプレクサ7は、第一のCELP符号化回路2から入力した4種類のインデックスと第二のCELP符号化回路6から入力した4種類のインデックスとをビットストリームに変換して出力する。

【0012】次に音声復号装置について以下に説明す

る。音声復号装置は、同装置が復号動作可能な2種類のビットレートを識別する制御信号に応じて、デマルチプレクサ8とスイッチ回路13により、その動作を切替える。

【0013】デマルチプレクサ8は、上記ビットストリームと上記制御信号を入力し、上記制御信号が高ビットレートを表す場合、上記ビットストリームから、第一のCELP符号化回路2において符号化した4種類のインデックスと第二のCELP符号化回路6において符号化した4種類のインデックスとを抽出し、それぞれ、第一のCELP復号回路9と第二のCELP復号回路10に出力する。また、上記制御信号が低ビットレートを表す場合、上記ビットストリームから、第一のCELP符号化回路2において符号化した4種類のインデックスを抽出し、第一のCELP復号回路9のみに出力する。

【0014】第一のCELP復号回路9は、第一のCELP復号回路3と同じ動作により、入力した4種類のインデックスから、それぞれ、上記適応コードベクトルと上記マルチパルス信号と上記ゲインと上記線形予測係数とを復号して、第一の再生信号を作成し、スイッチ回路13に、上記第一の再生信号を出力する。

【0015】アップサンプリング回路11では、スイッチ回路13を介して入力した第一の再生信号を、アップサンプリング回路4と同様にアップサンプリングし、アップサンプリングした第一の再生信号を加算回路12に出力する。

【0016】第二のCELP復号回路10は、第一のCELP復号回路9と同様に、入力した4種類のインデックスから、それぞれ、上記適応コードベクトルと上記マルチパルス信号と上記ゲインと上記線形予測係数とを復号して、再生信号を作成し、加算回路12に出力する。

【0017】加算回路12は、入力した再生信号と、アップサンプリング回路11によってアップサンプリングされた第一の再生信号とを加算し、第二の再生信号としてスイッチ回路13に出力する。

【0018】スイッチ回路13は、上記第一の再生信号と上記第二の再生信号と上記制御信号を入力し、上記制御信号が高ビットレートを表す場合、入力した上記第一の再生信号をアップサンプリング回路11に出力し、入力した上記第二の再生信号を音声符号化装置の再生信号として出力する。また、上記制御信号が低ビットレートを表す場合、入力した上記第一の再生信号を音声符号化装置の再生信号として出力する。

【0019】次に、図13を参照して、図12に示した第一のCELP符号化回路2および第二のCELP符号化回路6で使用されているCELP符号化方式に基づく符号化回路について説明する。

【0020】図13を参照すると、フレーム分割回路101は、入力端子100を介して入力した入力信号を、フレーム毎に分割し、サブフレーム分割回路102に出

力する。サブフレーム分割回路102は、上記フレーム内の入力信号を、さらに、サブフレーム毎に分割し、線形予測分析回路103とターゲット信号作成回路105に出力する。線形予測分析回路103は、サブフレーム分割回路102を介して入力された信号をサブフレーム毎に線形予測分析し、線形予測係数 $a(i)$ 、 $i=1, \dots, N_p$ を線形予測係数量子化回路104とターゲット信号作成回路105と適応コードブック探索回路107とマルチパルス探索回路108とに対して出力する。ここで、 N_p は線形予測分析の次数であり、例えば、「10」である。線形予測分析法には、自己相関法、共分散法等があり、古井による“デジタル音声処理”と題した文献（東海大学出版会）の5章（「文献4」という）に詳しい。

【0021】線形予測係数量子化回路104では、サブフレーム毎に得られた上記線形予測係数をフレーム毎に一括して量子化する。ビットレートを低減するために、フレーム内の最後のサブフレームで量子化を行ない、他のサブフレームの量子化値は、当該フレーム及び直前のフレームの量子化値の補間値を用いる手法が利用されることが多い。この量子化や補間は、線形予測係数を線スペクトル対（「LSP」という）に変換した後、行なわれる。ここで、線形予測係数からLSPへの変換は、例

$$Hw(z) = \frac{1 - \sum_{i=1}^{N_p} a(i) R_2^i z^{-i}}{1 - \sum_{i=1}^{N_p} a(i) R_1^i z^{-i}} \quad \dots (1)$$

【0025】ここで、 R_1 、 R_2 は、聴感重み付け量を制御する重み係数である。例えば、 $R_1=0.6$ 、 $R_2=0.9$ である。

【0026】次に、同回路内で保持した直前サブフレームの線形予測合成フィルタ（次式（2）参照）と上記聴感重み付けフィルタ $Hw(z)$ を継続接続した聴感重み付け合成フィルタ $Hs(z)$ を、サブフレームバッファ

$$Hs(z) = \frac{1}{1 - \sum_{i=1}^{N_p} a'(i) z^{-i}} \quad \dots (2)$$

【0028】さらに、上記聴感重み付け信号から上記零入力応答信号を減算し、ターゲット信号 $X(n)$ 、 $n=0, \dots, N-1$ を作成する。ここで、 N はサブフレーム長である。また、ターゲット信号 $X(n)$ を適応コードブック探索回路107とマルチパルス探索回路108とゲイン探索回路109に出力する。

例えば、菅村らによる“線スペクトル対（LSP）音声分析合成方式による音声情報圧縮”と題した論文（電子通信学会論文誌、J64-A、pp. 599-606、1981年）（「文献5」という）を参照することができる。LSPの量子化法は、周知の手法を用いることができる。具体的な方法は、例えば、特開平4-171500号公報（特願平2-297600号）（「文献6」という）の記載が参照できるので、ここでは説明は省略する。

【0022】さらに、線形予測係数量子化回路104は、量子化LSPを量子化線形予測係数 $a'(i)$ 、 $i=1, \dots, N_p$ に変換した後、上記量子化線形予測係数を、ターゲット信号作成回路105と適応コードブック探索回路107とマルチパルス探索回路108に出力し、量子化線形予測係数を表すインデックスを出力端子113に出力する。

【0023】ターゲット信号作成回路105では、次式（1）で表される聴感重み付けフィルタ $Hw(z)$ を、上記サブフレーム内の入力信号で駆動し、聴感重み付け信号を作成する。

【0024】

【数1】

ァ106を介して得られる直前サブフレームの励振信号により駆動する。続けて、上記聴感重み付け合成フィルタのフィルタ係数を現サブフレームの値に変更して、信号値がすべて零である零入力信号により同フィルタを駆動し、零入力応答信号を算出する。

【0027】

【数2】

【0029】適応コードブック探索回路107では、サブフレームバッファ106を介して得られる直前サブフレームの励振信号により、過去の励振信号を保持する適応コードブックを更新する。ピッチ d_x に対応する適応コードベクトル信号 $A_{dx}(n)$ 、 $n=0, \dots, N-1$ は、適応コードブックに格納された過去の励振信号か

ら、現サブフレームの直前から dx サンプル遡って、 N サンプルを切り出した信号である。ここで、ピッチ dx がサブフレーム長 N よりも短い場合には、切り出した dx サンプルを、サブフレーム長になるまで繰り返し接続して適応コードベクトル信号を作成する。

【0030】作成した適応コードベクトル信号 $Adx(n)$ 、 $n=0, \dots, N-1$ を用いて、サブフレーム毎に初期化した上記聴感重み付け合成フィルタ（以後、零状態の聴感重み付け合成フィルタ $Zsw(z)$ とする）

$$E1(dx) = \sum_{n=0}^{N-1} X^2(n) - \frac{\left(\sum_{n=0}^{N-1} X(n) SAdx(n) \right)^2}{\sum_{n=0}^{N-1} SAdx^2(n)} \quad \dots (3)$$

【0032】また、適応コードブック探索回路107は、選択されたピッチ d のインデックスを出力端子110に、選択された適応コードベクトル信号 $Ad(n)$ をゲイン探索回路109に、その再生信号 $SAd(n)$ をゲイン探索回路109とマルチパルス探索回路108に、出力する。

【0033】マルチパルス探索回路108では、マルチパルス信号を構成する P 個の非零のパルスを探索する。

を駆動し、再生信号 $SAdx(n)$ 、 $n=0, \dots, N-1$ を作成し、次式(3)で表される、ターゲット信号 $X(n)$ と再生信号 $SAdx(n)$ の誤差 $E1(dx)$ を最小とするピッチ d を、予め定めた探索範囲（例えば、 $dx=17, \dots, 144$ ）から選択する。選択されたピッチ d の適応コードベクトル信号とその再生信号を、それぞれ、 $Ad(n)$ 、 $SAd(n)$ とする。

【0031】

【数3】

ここで、各パルスの位置は、パルス毎に予め定められたパルス位置候補に限定されている。ただし、すべてのパルス位置候補は、互いに、異なった値をとる。例えば、サブフレーム長 $N=40$ 、パルス数 $P=5$ の場合のパルス位置候補の例を、表1に示す。

【0034】

【表1】

パルス番号	パルス位置候補
0	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35
1	1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36
2	2, 7, 12, 17, 22, 27, 32, 37
3	3, 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38
4	4, 9, 14, 19, 24, 29, 34, 39

【0035】また、パルスの振幅は、極性のみである。従って、マルチパルス信号の符号化は、パルス位置候補と極性の組合せの総数を J とすると、そのうち、ひとつの組合せを表すインデックス jx に対して、マルチパルス信号の $Cjx(n)$ 、 $n=0, \dots, N-1$ を構成し、上記マルチパルス信号で零状態の聴感重み付け合成フィルタ $Zsw(z)$ を駆動して、再生信号 $SCjx(n)$ 、 $n=0, \dots, N-1$ を作成し、次式(4)で表

される誤差 $E2(jx)$ を最小化するように、インデックス j を選択すれば良い。この方法は、上記文献3または、特開平9-160596号公報（特願平7-318071号）（「文献7」という）に詳しい。選択されたインデックス j に対応するマルチパルス信号とその再生信号を、それぞれ、 $Cj(n)$ 、 $SCj(n)$ とする。

【0036】

【数4】

$$E2(jx) = \sum_{n=0}^{N-1} X'^2(n) - \frac{\left(\sum_{n=0}^{N-1} X'(n) SCjx(n) \right)^2}{\sum_{n=0}^{N-1} SCjx^2(n)} \quad \dots (4)$$

【0037】ここで、 $X'(n)$ 、 $n=0, \dots, N-1$ は、上記ターゲット信号 $X(n)$ を前記適応コードベク

トル信号の再生信号 $SAd(n)$ に対して直交化した信号であり、式(5)で与えられる。

【0038】

$$X'(n) = X(n) - \frac{\sum_{n=0}^{N-1} X(n) \text{SAd}(n)}{\sum_{n=0}^{N-1} \text{SAd}(n)^2} \text{SAd}(n) \quad \dots (5)$$

【0039】また、マルチパルス探索回路108は、選択されたマルチパルス信号 $C_j(n)$ 及びその再生信号 $SC_j(n)$ をゲイン探索回路109に、対応するインデックスを出力端子111に、出力する。

【0040】ゲイン探索回路109では、適応コードベクトル信号とマルチパルス信号のゲインを2次元ベクトル量子化する。コードブックサイズ K のゲインコードブックに蓄えられた適応コードベクトル信号とマルチパルス信号のゲインを、それぞれ、 $G_{kx}(0)$ 、 $G_{kx}(1)$ 、 $kx=0, \dots, K-1$ とする。最適なゲインの

$$E3(kx) = \sum_{n=0}^{N-1} \{ X(n) - G_{kx}(0) \text{SAd}(n) - G_{kx}(1) SC_j(n) \}^2 \quad \dots (6)$$

【0042】また、選択したゲインと上記適応コードベクトルと上記マルチパルス信号を用いて励振信号を作成し、上記励振信号をサブフレームバッファ106に、上記ゲインに対応するインデックスを出力端子112に、出力する。

【0043】次に、図14を参照して、符号化側の第一のCELP復号回路3と復号側の第一のCELP復号回路9と第二のCELP復号回路10で使用されているCELP符号化方式に基づく復号回路の構成を説明する。

【0044】線形予測係数復号回路118では、入力端子114を介して入力したインデックスから、量子化線形予測係数 $a'(i)$ 、 $i=1, \dots, Np$ を復号し、再生信号作成回路122に出力する。

【0045】適応コードブック復号回路119では、入力端子116を介して入力した上記ピッチのインデックスから適応コードベクトル信号 $Ad(n)$ を復号し、マルチパルス復号回路120では、入力端子117を介して入力した上記マルチパルス信号のインデックスからマルチパルス信号 $C_j(n)$ を復号し、それぞれ、ゲイン復号回路121に出力する。

【0046】ゲイン復号回路121では、入力端子115を介して入力した上記ゲインのインデックスからゲイン $G_k(0)$ 、 $G_k(1)$ を復号し、上記適応コードベクトル信号と上記マルチパルス信号と上記ゲインを用いて励振信号を作成し、再生信号作成回路122に出力する。

【0047】再生信号作成回路122では、励振信号で線形予測合成フィルタ $H_s(z)$ を駆動することにより再生信号を作成し、出力端子123に出力する。

【0048】

【数5】

インデックス k は、上記適応コードベクトルの再生信号 $SAd(n)$ と上記マルチパルスの再生信号 $SC_j(n)$ と上記ターゲット信号 $X(n)$ を用いて、次式(6)で表される誤差 $E3(kx)$ を最小化するように選択する。選択されたインデックス k の適応コードベクトル信号とマルチパルス信号とのゲインを、それぞれ $G_k(0)$ 、 $G_k(1)$ とする。

【0041】

【数6】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図12乃至図14を参照して説明した音声符号化復号装置は、音声信号の階層CELP符号化における第2階層以降の符号化効率が十分でない、という問題点を有している。

【0049】その理由は、第 n 階層($n=2, \dots, N$)において、第 $n-1$ 階層までにCELP符号化復号した $n-1$ 個の再生信号を入力信号から減算した差分信号をCELP符号化している、ためである。

【0050】すなわち、第 n 階層で、上記差分信号をCELP符号化する際の各符号化パラメータ(線形予測係数、ピッチ、マルチパルス信号、ゲイン)は、第 $n-1$ 階層までの当該パラメータの量子化誤差値とは異なるため、第 $n-1$ 階層の各パラメータの符号化器により表せる情報と、第 n 階層の符号化器により表せる情報と、が重複し、各符号化パラメータの符号化効率が向上せず、再生信号の品質は向上しない。

【0051】したがって、本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、復号するビットレートを変えると再生信号のサンプリング周波数が変わる階層符号化に基づく音声符号化復号方式において高効率化を達成する、音声符号化装置、音声復号装置及び音声符号化復号装置を提供することにある。

【0052】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の音声符号化装置は、音声信号を階層的に符号化する際に、入力音声信号のサンプリング周波数を変化させた信号を $N-1$ 個作成し、入力音声信号と前記サンプリング周波数を変化させた信号を、サンプリング周波数が低い信号から、順次、符号化して得た線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインとを表すインデ

ックスをN階層分まとめて多重化する音声符号化装置であって、第n階層 ($n=2, \dots, N$) の符号化手段において、第n-1階層までに符号化復号したピッチに対する差分ピッチを符号化し、対応する適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック探索回路を少なくとも含むことを特徴とする。

【0053】本発明の音声復号装置は、復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、復号可能なN種類のビットレートに応じた復号手段を備え、復号ビットレートを表す制御信号に応じて、前記復号手段の中から第n階層 ($n=1, \dots, N$) の復号手段を選択し、ビットストリームから第n階層までのピッチを表すインデックスを第n階層のマルチパルス信号とゲインと線形予測係数を表すインデックスとを抽出するデマルチプレクサを備え、第n階層 ($n=2, \dots, N$) の復号手段において、第n階層までのピッチを表すインデックスからピッチを復号し、適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック復号回路を含むことを特徴とする。

【0054】また本発明の音声符号化装置は、音声信号を階層的に符号化する際に、入力音声信号のサンプリング周波数を変化させた信号をN-1個作成し、入力音声信号と前記サンプリング周波数を変化させた信号を、サンプリング周波数が低い信号から、順次、符号化して得た線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスをN階層分まとめて多重化する音声符号化装置であって、第n階層 ($n=2, \dots, N$) の符号化手段において、第n-1階層までに符号化復号したピッチに対する差分ピッチを符号化し、対応する適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック探索回路と、第n-1階層までに符号化復号したn-1個のマルチパルス信号から第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補の中で、第n階層における第二のマルチパルス信号のパルス位置を符号化するマルチパルス探索回路と、前記適応コードベクトル信号と前記第一のマルチパルス信号と前記第二のマルチパルス信号とのゲインを符号化するゲイン探索回路と、を含むことを特徴とする。

【0055】また、本発明の音声復号装置は、復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、復号可能なN種類のビットレートに応じた復号手段を備え、復号ビットレートを表す制御信号に応じて、前記復号手段の中から第n階層 ($n=1, \dots, N$) の復号手段を選択し、ビットストリームから第n階層までのピッチとマルチパルス信号とゲインを表すインデックスと第n階層の線形予測係数を表すインデックスとを抽出するデマルチプレクサを備え、第n階層 ($n=2, \dots, N$) の復号手段において、第n階層までのピッチを表すインデックスからピ

ッチを復号し、適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック復号回路と、第n-1階層までのマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスから第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補に基づいて第n階層のマルチパルス信号を表すインデックスから第二のマルチパルス信号を復号するマルチパルス復号回路と、第n階層のゲインを表すインデックスからゲインを復号し、前記適応コードベクトル信号と前記第一のマルチパルス信号と前記第二のマルチパルス信号と復号したゲインから励振信号を作成するゲイン復号回路と、を含むことを特徴とする。

【0056】本発明の音声符号化装置は、音声信号を階層的に符号化する際に、入力音声信号のサンプリング周波数を変化させた信号をN-1個作成し、入力音声信号と前記サンプリング周波数を変化させた信号を、サンプリング周波数が低い信号から、順次、符号化して得た線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスをN階層分まとめて多重化する音声符号化装置であって、第n階層 ($n=2, \dots, N$) の符号化手段において、第n-1階層までに符号化復号したピッチに対する差分ピッチを符号化し、対応する適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック探索回路であってn段の聴感重み付け再生フィルタを有する適応コードブック探索回路と、第n-1階層までに符号化復号したn-1個のマルチパルス信号から第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補の中で、第n階層における第二のマルチパルス信号のパルス位置を符号化するマルチパルス探索回路と、前記適応コードベクトル信号と前記第一のマルチパルス信号と前記第二のマルチパルス信号とのゲインを符号化するゲイン探索回路と、第n-1階層までに符号化復号した線形予測係数を第n階層における入力信号のサンプリング周波数上の係数に変換する線形予測係数変換回路と、変換したn-1個の線形予測係数により、入力信号の線形予測残差信号を算出する線形予測残差信号作成回路と、算出した線形予測残差信号を線形予測分析して線形予測係数を算出する線形予測分析回路と、新たに算出した線形予測係数を量子化する線形予測係数量子化回路と、n段の聴感重み付けフィルタを有するターゲット信号作成回路と、を含むことを特徴とする。

【0057】また本発明の音声復号装置は、復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、復号可能なN種類のビットレートに応じた復号手段を備え、復号ビットレートを表す制御信号に応じて、前記復号手段の中から第n階層 ($n=1, \dots, N$) の復号手段を選択し、ビットストリームから第n階層までの線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインを表すインデックスを抽出

するデマルチプレクサと、第 n 階層までのピッチを表すインデックスからピッチを復号し、適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック復号回路と、第 $n-1$ 階層までのマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスから第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路と、前記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補に基づいて、第 n 階層のマルチパルス信号を表すインデックスから第二のマルチパルス信号を復号するマルチパルス復号回路と、第 n 階層のゲインを表すインデックスからゲインを復号し、前記適応コードベクトル信号と前記第一のマルチパルス信号と前記第二のマルチパルス信号と復号したゲインから励振信号を作成するゲイン復号回路と、第 $n-1$ 階層までに算出した線形予測係数を第 n 階層における入力信号のサンプリング周波数上の係数に変換する線形予測係数変換回路と、励振信号により n 段の線形予測合成フィルタを駆動して再生信号を作成する再生信号作成回路と、を含むことを特徴とする。

【0058】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について説明する。本発明は、階層CELP符号化において、符号化パラメータ毎に多段符号化を行なうことを特徴とする。より、具体的には、本発明の音声符号化装置は、その好ましい実施の形態において、音声信号を階層的に符号化する際に、入力音声信号のサンプリング周波数を変化させた信号を $N-1$ 個作成し、入力音声信号と上記サンプリング周波数を変化させた信号を、サンプリング周波数が低い信号から、順次、符号化して得た線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスを N 階層分まとめて多重化する音声符号化装置であって、第 n 階層($n=2, \dots, N$)の符号化において(一例として図1では第二のCELP符号化回路)、第 $n-1$ 階層までに符号化復号したピッチに対する差分ピッチを符号化し、対応する適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック探索回路(図2の127)と、第 $n-1$ 階層までに符号化復号した $n-1$ 個のマルチパルス信号から第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路(図2の128)と、上記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補の中で、第 n 階層における第二のマルチパルス信号のパルス位置を符号化するマルチパルス探索回路(図2の129)と、上記適応コードベクトル信号と上記第一のマルチパルス信号と上記第二のマルチパルス信号とのゲインを符号化するゲイン探索回路(図2の130)と、算出した線形予測差信号を線形予測分析して線形予測係数を算出する線形予測分析回路(図2の103)と、新たに算出した線形予測係数を量子化する線形予測係数量子化回路(図2の104)と、 n 段の聴感重み付けフィルタを有するターゲット信号作成回路(図2の105)と、を備える。

【0059】また本発明の音声復号装置は、その好ましい実施の形態において、復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、復号可能な N 種類のビットレートに応じた復号手段を備え、復号ビットレートを表す制御信号に応じて、上記復号手段の中から第 n 階層($n=1, \dots, N$)の復号手段を選択し、ビットストリームから第 n 階層までのピッチとマルチパルス信号とゲインを表すインデックスと第 n 階層の線形予測係数を表すインデックスとを抽出するデマルチプレクサ(図1の18)を備え、第 n 階層($n=2, \dots, N$)の復号手段において(例えば図1の第二のCELP復号回路)、第 n 階層までのピッチを表すインデックスからピッチを復号し、適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック復号回路(図3の134)と、第 $n-1$ 階層までのマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスから第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路(図3の136)と、上記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補に基づいて第 n 階層のマルチパルス信号を表すインデックスから第二のマルチパルス信号を復号するマルチパルス復号回路(図3の135)と、第 n 階層のゲインを表すインデックスからゲインを復号し、上記適応コードベクトル信号と上記第一のマルチパルス信号と上記第二のマルチパルス信号と復号したゲインから励振信号を作成するゲイン復号回路(図3の137)と、入力端子(図3の114)を介して入力したインデックスから、量子化線形予測係数 $a'(i)$ 、 $i=1, \dots, N_p$ を復号し、再生信号作成回路(図3の122)に出力する線形予測係数復号回路(図3の118)と、励振信号で線形予測合成フィルタを駆動することにより再生信号を作成し、出力端子(図3の123)に出力する再生信号作成回路(図3の122)と、を備えている。

【0060】音声符号化装置で符号化したビットストリームを、音声復号装置において2種類のビットレート(以下、高ビットレートと低ビットレートとする)で復号することができる例について、本発明の音声符号化復号装置の実施の形態について説明すると、ダウンサンプリング回路(図1の1)は、入力信号をダウンサンプリングした第一の入力信号を第一のCELP符号化回路(図1の14)に出力し、第一のCELP符号化回路は、第一の入力信号を符号化し、符号化出力をマルチプレクサ(図1の7)に出力すると共に、符号化出力の一部を第二のCELP符号化回路(図1の15)に出力する。第二のCELP符号化回路(図1の15)は、入力信号を、第一のCELP符号化回路の符号化出力に基づき符号化し、符号化出力をマルチプレクサ(図1の7)に出力し、マルチプレクサ(図1の7)は、第一のCELP符号化回路(図1の14)と第二のCELP符号化回路(図1の15)の符号化出力をビットストリームに

変換して出力する。デマルチプレクサ（図1の18）は、上記ビットストリームと制御信号を入力し、上記制御信号が低ビットレートを表す場合、上記ビットストリームから、第一のCELP符号化回路（図1の14）の符号化出力を第一のCELP復号回路（図1の16）に出力し、上記制御信号が高ビットレートを表す場合、上記ビットストリームから、第一のCELP符号化回路

（図1の14）の符号化出力の一部と第二のCELP符号化回路（図1の15）の符号化出力を抽出し、第二のCELP復号回路（図1の17）に出力する。上記制御信号に応じて、第一のCELP復号回路（図1の16）または第二のCELP復号回路（図1の17）において、再生信号を復号し、スイッチ回路1（図1の9）を介して出力する。

【0061】また本発明の音声符号化装置は、好ましい別の実施の形態において、第 n 階層において、第 $n-1$ 階層のピッチに対する差分ピッチを符号化し、対応する適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック探索回路（図6の147）と、第 $n-1$ 階層までに符号化した $n-1$ 個のマルチパルス信号を復号し、復号したマルチパルス信号のサンプリング周波数を第 n 階層における入力信号と同じサンプリング周波数に変換し、サンプリング周波数を変換した $n-1$ 個のマルチパルス信号を各階層のゲインにより重み付け加算した第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路（図6の148）と、上記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補の中で、第 n 階層における第二のマルチパルス信号のパルス位置を符号化するマルチパルス探索回路（図6の149）と、上記適応コードベクトル信号と上記第一のマルチパルス信号と上記第二のマルチパルス信号とのゲインを符号化するゲイン探索回路（図6の130）とを有する。

【0062】そして、線形予測係数を多段符号化するために、第 $n-1$ 階層までに算出した線形予測係数を第 n 階層における入力信号のサンプリング周波数上の係数に変換する線形予測係数変換回路（図6の142）と、変換した $n-1$ 個の線形予測係数により、入力信号の線形予測残差信号を算出する線形予測残差信号作成回路（図6の143）と、算出した線形予測残差信号を線形予測分析して線形予測係数を算出する線形予測分析回路（図6の144）と、新たに算出した線形予測係数を量子化する線形予測係数量子化回路（図6の145）と、 n 段の聴感重み付けフィルタを有するターゲット信号作成回路（図6の146）と、を含む。適応コードブック探索回路（図6の147）は n 段の聴感重み付け再生フィルタを有する。

【0063】本発明の音声復号装置は、好ましい別の実施の形態において、復号するビットレートに応じて、再生信号のサンプリング周波数が階層的に変わる音声復号装置であって、復号可能な N 種類のビットレートに応じ

た復号手段を備え、復号ビットレートを表す制御信号に応じて、上記復号手段の中から第 n 階層（ $n=1, \dots, N$ ）の復号手段を選択し、ビットストリームから第 n 階層までの線形予測係数とピッチとマルチパルス信号とゲインを表すインデックスを抽出するデマルチプレクサ

（図4の18）を備え、第 n 階層までのピッチを表すインデックスからピッチを復号し、適応コードベクトル信号を作成する適応コードブック復号回路（図8の134）と、第 $n-1$ 階層までのマルチパルス信号とゲインとを表すインデックスから第一のマルチパルス信号を作成するマルチパルス生成回路（図1の136）と、上記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補に基づいて、第 n 階層のマルチパルス信号を表すインデックスから第二のマルチパルス信号を復号するマルチパルス復号回路（図8の135）と、第 n 階層のゲインを表すインデックスからゲインを復号し、上記適応コードベクトル信号と上記第一のマルチパルス信号と上記第二のマルチパルス信号と復号したゲインから励振信号を作成するゲイン復号回路（図8の137）と、第 $n-1$ 階層までに算出した線形予測係数を第 n 階層における入力信号のサンプリング周波数上の係数に変換する線形予測係数変換回路（図8の152）と、励振信号により n 段の線形予測合成フィルタを駆動して再生信号を作成する再生信号作成回路（図8の153）と、入力端子を介して入力したインデックスから、量子化線形予測係数を復号し、再生信号作成回路（図6の153）に出力する線形予測係数復号回路（図6の118）と、を含む。

【0064】本発明の実施の形態の作用について以下に説明する。同一の音声信号を、サンプリング周波数を変えてピッチ分析した場合、そのピッチはほとんど変わらない。従って、第 n 階層（ $n=2, \dots, N$ ）におけるピッチを符号化する適応コードブック探索回路において、第 $n-1$ 階層のピッチに対する差分値のみを符号化することにより、符号化効率が向上する。

【0065】本発明の実施の形態においては、第 n 階層におけるマルチパルス生成回路において、第 $n-1$ 階層までに符号化復号したマルチパルス信号のサンプリング周波数を第 n 階層における入力信号と同じサンプリング周波数に変換し、サンプリング周波数を変換した $n-1$ 個のマルチパルス信号を各階層のゲインにより重み付け加算した第一のマルチパルス信号を作成し、第 n 階層におけるマルチパルス探索回路において、上記第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置を除いたパルス位置候補の中で、第 n 階層における第二のマルチパルス信号のパルス位置を符号化すれば良いので、ビット数が低減できる。

【0066】また、上記第一のマルチパルス信号は第 n 階層までのゲインが乗算されているため、第 n 階層におけるゲイン探索回路において、上記第一のマルチパルス

信号のゲインを、第 n 階層までのゲインに対する比として符号化すれば良いので、符号化効率が向上する。

【0067】第 n 階層の線形予測係数変換回路（図6の142）において、第 $n-1$ 階層までに符号化復号した量子化線形予測係数を、第 n 階層の入力信号と同じサンプリング周波数上の係数に変換し、線形予測残差信号作成回路（図6の143）において、変換した線形予測係数を用いた $n-1$ 段の線形予測逆フィルタにより、入力信号の線形予測残差信号を作成し、線形予測分析回路

（図6の144）において、線形予測残差信号に対して線形予測係数を新たに算出する。線形予測係数量子化回路（図6の145）において、算出した線形予測係数を量子化する。

【0068】これにより、入力信号のうち第 m 階層（ $m=1, \dots, n-1$ ）で符号化した帯域のスペクトル包絡は、第 m 階層で符号化した線形予測係数で表現できるため、第 n 階層で新たに符号を伝送する必要がない。従って、新たに分析して得た線形予測係数は、それ以外の帯域のスペクトル包絡のみを表すだけで良いため、少ないビット数で伝送できる。

【0069】ターゲット信号作成回路において n 段の聴感重み付けフィルタを使用し、適応コードブック探索回路とマルチパルス探索回路において、 n 段の聴感重み付け再生フィルタを使用する。また再生信号作成回路において、 n 段の線形予測合成フィルタを使用することにより、第 n 階層の入力信号のスペクトル包絡を表すことができる。従って、ピッチとマルチパルス信号の符号化が聴感重み付け再生信号上で実現できるため、再生信号の品質向上ができる。

【0070】

【実施例】上記した本発明の実施の形態について更に詳細に説明すべく、本発明の実施例を図面を参照して以下に説明する。

【0071】図1は、本発明の第一の実施例の音声符号化復号装置の構成を示すブロック図である。

【0072】図1を参照して、本発明の一実施例について説明する。簡単のため、階層数が2段の例を示す。3段以上についても、同様に説明できる。図1には、音声符号化装置で符号化したビットストリームを、音声復号装置において2種類のビットレート（以下、高ビットレートと低ビットレートとする）で復号する構成とされている。

【0073】図1を参照すると、ダウンサンプリング回路1は、入力信号（例えば、サンプリング周波数16kHz）をダウンサンプリングした第一の入力信号（例えば、サンプリング周波数8kHz）を第一のCELP符号化回路14に出力する。

【0074】第一のCELP符号化回路14は、第一の入力信号を、図13に示したCELP符号化回路と同様

にして符号化し、適応コードベクトルのインデックス ILd とマルチパルス信号のインデックス ILj とゲインのインデックス ILk を、第二のCELP符号化回路15とマルチプレクサ7に、線形予測係数に対応するインデックス ILa をマルチプレクサ7に、出力する。

【0075】第二のCELP符号化回路15は、上記入力信号を、第一のCELP符号化回路12の出力である3種類のインデックス ILd 、 ILj 、 ILk に基づいて符号化し、上記入力信号に対する適応コードベクトルのインデックス Id とマルチパルス信号のインデックス Ij とゲインのインデックス Ik ならびに線形予測係数のインデックス Ia をマルチプレクサ7に出力する。

【0076】図2は、本発明の第一の実施例における第二のCELP符号化回路15の構成を示すブロック図である。図2を参照して、第二のCELP符号化回路15について詳細に説明する。第二のCELP符号化回路15は、図13に示した従来のCELP符号化回路と比べて、適応コードブック探索回路127とマルチパルス生成回路128とマルチパルス探索回路129とゲイン探索回路130の動作が相違している。以下では、これらの回路について説明する。

【0077】適応コードブック探索回路127では、入力端子124を介して得られるインデックス ILd から、第一のCELP符号化回路14におけるピッチ d' を復号し、第二のCELP符号化回路15の入力信号のサンプリング周波数に対応する第一のピッチ $d1$ に変換する。例えば、サンプリング周波数を8kHzから16kHzに変換する場合、 $d1=2d'$ となる。さらに、第一のピッチ $d1$ を中心とした探索範囲（例えば、 $d1-8, \dots, d1+7$ ）の中から、図13の適応コードブック探索回路107と同様にして、上式（3）で表される誤差を最小とする第二のピッチ $d2$ を選択する。

【0078】また、適応コードブック探索回路127は、選択された第二のピッチ $d2$ と第一のピッチ $d1$ の差分値を差分ピッチとし、インデックス Id に変換後、出力端子110に出力する。また、選択された適応コードベクトル信号 $Ad(n)$ をゲイン探索回路130に、その再生信号 $SAd(n)$ をゲイン探索回路130とマルチパルス探索回路129に、出力する。

【0079】マルチパルス生成回路128では、第一のCELP符号化回路14で符号化したマルチパルス信号に基づく第一のマルチパルス信号を作成する。入力端子125、126を介して得られる第一のCELP符号化回路14におけるマルチパルス信号のインデックス ILj とゲインのインデックス ILk から、次式（7）で表される第一のマルチパルス信号 $DL(n)$ 、 $n=0, \dots, N-1$ を作成する。

【0080】

$$DL(n) = Gk(0)Cj'(n), n=0, \dots, N-1 \quad \dots(7)$$

【0081】ここで、 $C_j'(n)$ は、第一のCELP符号化回路14におけるマルチパルス信号のサンプリング周波数を変換した信号である。例えば、サンプリング周波数8kHzから16kHzに変換する場合の一例と

$$C_j'(n) = \sum_{p=0}^{P'-1} A(p) \delta(n - 2M(p)), \quad n=0, \dots, N-1 \quad \dots (8)$$

【0083】ここで、 $A(p)$ 、 $M(p)$ は、第一のCELP符号化回路14におけるマルチパルス信号を構成するp番目のパルスの振幅と位置であり、 P' は、そのパルス数である。また、別の実施形態として、 $C_j'(n)$ を算出する際に、パルス位置の揺らぎを考慮する

$$C_j'(n) = \sum_{p=0}^{P'-1} A(p) \delta(n - (2M(p)+D)), \quad n=0, \dots, N-1 \quad \dots (9)$$

【0085】ここで、 D は、マルチパルス信号のサンプリング周波数変換におけるパルス位置の揺らぎを表し、この例では、0または1の値をとる。従って、第一のマルチパルス信号の候補として、2個が存在する。さらに、パルス位置の揺らぎを各パルス毎に考慮することも可能であり、上式(9)中の D を、 $D(p)$ 、 $p=0, \dots, p'-1$ と置き換えれば良い。

【0086】この例では、第一のマルチパルス信号の候補として、 $2^{p'}$ 個 (2 のべき乗 p' 個) が存在する。いずれの場合も第一のマルチパルス信号 $DL(n)$ は、図13に示したマルチパルス探索回路108と同様にして、これらの候補の中から、上式(4)の誤差を最小にするように選択される。

【0087】また、マルチパルス生成回路128は、第一のマルチパルス信号 $DL(n)$ とその再生信号 SDL

して、 $C_j'(n)$ は、次式(8)で表される。

【0082】

【数7】

ことも可能である。この場合、 $C_j'(n)$ は、次式(9)で表される。

【0084】

【数8】

(n) をゲイン探索回路130とマルチパルス探索回路129に出力する。

【0088】マルチパルス探索回路129では、第一のマルチパルス信号と適応コードベクトル信号に直交する第二のマルチパルス信号を新たに探索する。まず、第二のマルチパルス信号を探索するためのパルス位置候補を、第一のマルチパルス信号を構成するパルスの位置と第二のマルチパルス信号を構成するパルスの位置が重ならないように、設定する。例えば、上式(8)に基づいて、第一のマルチパルス信号を作成した場合、サブフレーム長 $N=80$ 、パルス数 $P=5$ とすると、表2に示すパルス位置候補を用いる。

【0089】

【表2】

パルス番号	パルス位置候補
0	1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71
1	3, 13, 23, 33, 43, 53, 63, 73
2	5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75
3	7, 17, 27, 37, 47, 57, 67, 77
4	9, 19, 29, 39, 49, 59, 69, 79

【0090】設定したパルス位置候補に基づいて、第二のマルチパルス信号を、図13に示したマルチパルス探索回路108と同様にして、式(10)で表される誤差

$E4(j)$ が最小になるように符号化する。

【0091】

【数9】

$$E4(j) = \sum_{n=0}^{N-1} X^2(n) - \frac{\left| \sum_{n=0}^{N-1} X^*(n) SC_j(n) \right|^2}{\sum_{n=0}^{N-1} SC_j^2(n)} \quad \dots (10)$$

【0092】ここで、 $X''(n)$ 、 $n=0, \dots, N-1$ は、上記ターゲット信号 $X(n)$ を、上記適応コードベクトル信号の再生信号 $SAd(n)$ と、第一のマルチパルス信号の再生信号 $SDL(n)$ とにより直交化した信号

$$X'(n) = X(n) - OGa \cdot SAd(n) - OGc \cdot SDL(n),$$

号であり、次式(11)で与えられる。

【0093】

【数10】

$$OGa = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} X(n) \cdot SAd(n) \sum_{n=0}^{N-1} SDL(n)^2 - \sum_{n=0}^{N-1} X(n) \cdot SDL(n) \sum_{n=0}^{N-1} SAd(n) \cdot SDL(n)}{\sum_{n=0}^{N-1} SAd(n)^2 \sum_{n=0}^{N-1} SDL(n)^2 - \left(\sum_{n=0}^{N-1} SAd(n) \cdot SDL(n) \right)^2},$$

$$OGc = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} X(n) \cdot SDL(n) \sum_{n=0}^{N-1} SAd(n)^2 - \sum_{n=0}^{N-1} X(n) \cdot SAd(n) \sum_{n=0}^{N-1} SAd(n) \cdot SDL(n)}{\sum_{n=0}^{N-1} SAd(n)^2 \sum_{n=0}^{N-1} SCj(n)^2 - \left(\sum_{n=0}^{N-1} SAd(n) \cdot SCj(n) \right)^2}$$

--- (11)

【0094】また、マルチパルス探索回路129は、第二のマルチパルス信号 $Cj(n)$ とその再生信号 $SCj(n)$ をゲイン探索回路130に、対応するインデックスを出力端子111に、出力する。

【0095】ゲイン探索回路130では、適応コードベクトル信号と第一のマルチパルス信号と第二のマルチパルス信号のゲインを3次元ベクトル量子化する。コードブックサイズ K のゲインコードブックに蓄えられた適応コードベクトル信号と第一のマルチパルス信号と第二のマルチパルス信号のゲインを、それぞれ、 $Gkx(0)$ 、 $Gkx(1)$ 、 $Gkx(2)$ 、 $kx=0, \dots,$

$K-1$ とする。最適なゲインのインデックス k は、前記適応コードベクトルの再生信号 $SAd(n)$ と前記第一のマルチパルスの再生信号 $SDL(n)$ と前記第二のマルチパルスの再生信号 $SCj(n)$ と前記ターゲット信号 $X(n)$ を用いて、次式(12)で表される誤差 $E5(k)$ を最小化するように選択する。選択されたインデックス k の適応コードベクトル信号と第一のマルチパルス信号と第二のマルチパルス信号とゲインを、それぞれ、 $Gk(0)$ 、 $Gk(1)$ 、 $Gk(2)$ とする。

【0096】

【数11】

$$E5(kx) = \sum_{n=0}^{N-1} (X(n) - Gkx(0) \cdot SAd(n) - Gkx(1) \cdot SDL(n) - Gkx(2) \cdot SCj(n))^2$$

--- (12)

【0097】また、選択したゲインと適応コードベクトルと第一のマルチパルス信号と第二のマルチパルス信号を用いて励振信号を作成し、サブフレームバッファ106に、前記ゲインに対応するインデックスを出力端子112に、出力する。以上で、図2に示した第二のCELP符号化回路15の動作説明を終える。

【0098】再び図1を参照して、本実施例の音声符号化装置について説明すると、マルチプレクサ7は、第一のCELP符号化回路14から入力した4種類のインデックスと第二のCELP符号化回路15から入力した4種類のインデックスとをビットストリームに変換して出力する。

【0099】次に音声復号装置について説明する。音声復号装置は、同装置が復号動作可能な2種類のビットレ

ートを識別する制御信号に応じて、デマルチプレクサ18とスイッチ回路19により、その動作を切替える。

【0100】デマルチプレクサ18は、上記ビットストリームと上記制御信号を入力し、上記制御信号が低ビットレートを表す場合、上記ビットストリームから、第一のCELP符号化回路14において符号化したインデックス ILd 、 ILj 、 ILk 、 ILa を抽出し、第一のCELP復号回路16に出力する。また、上記制御信号が高ビットレートを表す場合、第一のCELP符号化回路14において符号化した4種類のインデックスのうち ILd 、 ILj 、 ILk と、第二のCELP符号化回路15において符号化したインデックス Id 、 Ij 、 Ik 、 Ia とを抽出し、第二のCELP復号回路17に出力する。

【0101】第一のCELP復号回路16は、図14に示したCELP復号回路と同じ動作により、適応コードベクトルのインデックス ILd とマルチパルス信号のインデックス ILj とゲインのインデックス ILk と線形予測係数に対応するインデックス ILa から、それぞれ、上記適応コードベクトルと上記マルチパルス信号と上記ゲイン、ならびに上記線形予測係数を復号して、第一の再生信号を作成し、スイッチ回路19に出力する。

【0102】第二のCELP復号回路17は、第一のCELP符号化回路14において符号化したインデックス ILd 、 ILj 、 ILk と第二のCELP符号化回路15において符号化したインデックス Id 、 Ij 、 Ik 、 Ia とから、第二の再生信号を復号し、スイッチ回路19に出力する。

【0103】図3は、本発明の第一の実施例における第二のCELP復号回路17の構成を示すブロック図である。図3を参照して、第二のCELP復号回路17について説明する。第二のCELP復号回路17は、図14に示したCELP復号回路と比べて、適応コードブック復号回路134とマルチパルス復号回路135とマルチパルス生成回路136とゲイン復号回路137の動作が相違している。以下では、これらの回路の動作について説明する。

【0104】適応コードブック復号回路134では、入力端子131を介して入力したインデックス ILd から、適応コードブック探索回路127と同様にして、第一のピッチ $d1$ を算出し、入力端子116を介して入力したインデックス ILd から復号した差分ピッチと第一のピッチ $d1$ を加算して、第二のピッチ $d2$ を復号する。復号した第二のピッチ $d2$ に基づいて、適応コードベクトル信号 $Ad(n)$ を算出し、ゲイン復号回路137に出力する。

【0105】マルチパルス生成回路136では、入力端子132と入力端子133を介して入力したインデックス ILj 、 ILk から、マルチパルス生成回路128と同様にして、第一のマルチパルス信号 $DL(n)$ を復号し、ゲイン復号回路137とマルチパルス復号回路137に出力する。

【0106】マルチパルス復号回路135では、マルチパルス探索回路129と同様にして、第一のマルチパルス信号を用いて第二のマルチパルス信号を復号するためのパルス位置候補(表2参照)を作成し、作成したパルス位置候補に基づいて、入力端子117を介して入力したインデックス Id から第二のマルチパルス信号 $Cj(n)$ を復号し、復号した第二のマルチパルス信号 $DL(n)$ をゲイン復号回路137に出力する。

【0107】ゲイン復号回路137では、入力端子115を介して入力したインデックス Ik からゲイン $Gk(0)$ 、 $Gk(1)$ 、 $Gk(3)$ を復号し、適応コードベクトル信号 $Ad(n)$ と第一のマルチパルス信号 DL

(n) と第二のマルチパルス信号 $Cj(n)$ とゲイン $Gk(0)$ 、 $Gk(1)$ 、 $Gk(3)$ を用いて励振信号を作成し、再生信号作成回路122に出力する。

【0108】以上で、図3に示した第二のCELP復号回路17の説明を終え、再び図1を参照して、本実施例の音声復号装置について説明すると、スイッチ回路19は、上記第一の再生信号と上記第二の再生信号と上記制御信号を入力し、上記制御信号が高ビットレートを表す場合、入力した上記第二の再生信号を音声符号化装置の再生信号として出力する。また、上記制御信号が低ビットレートを表す場合、入力した上記第一の再生信号を音声符号化装置の再生信号として出力する。

【0109】以上、本発明の第一の実施例では、ピッチとマルチパルス信号とゲインを多段符号化する場合を説明したが、ピッチ、または、マルチパルス信号およびゲインのどちらか一方を多段符号化する場合についても、同様に説明できる。

【0110】図4は、本発明の第二の実施例の音声符号化復号装置の構成を示すブロック図である。図4を参照して、本発明の第二の実施例について説明する。簡単のため、階層数が2段の例を示す。3段以上についても、同様に説明できる。

【0111】本実施例においては、音声符号化装置で符号化したビットストリームを、音声復号装置において2種類のビットレート(「高ビットレート」と「低ビットレート」とする)で復号するものである。

【0112】本発明の第二の実施例は、上記第一の実施例と比べて、第一のCELP符号化回路20、第二のCELP符号化回路21、第一のCELP復号回路22と第二のCELP復号回路23のみが相違している。以下では、これらの回路についてのみ説明する。

【0113】第一のCELP符号化回路20は、ダウンサンプリング回路1から入力した第一の入力信号を符号化し、適応コードベクトルのインデックス ILd とマルチパルス信号のインデックス ILj とゲインのインデックス ILk を第二のCELP符号化回路21とマルチプレクサ7に、線形予測係数に対応するインデックス ILa をマルチプレクサ7に、線形予測係数と量子化線形予測係数を第二のCELP符号化回路21に、出力する。

【0114】図5は、本発明の第二の実施例における第一のCELP符号化回路20の構成を示すブロック図である。図5を参照して、本実施例の第一のCELP符号化回路20と、図13に示したCELP符号化回路との相違点を説明する。

【0115】第一のCELP符号化回路18では、図13に示したCELP符号化回路と比べて、線形予測分析回路103の出力である線形予測係数と、線形予測係数量子化回路104の出力である量子化線形予測係数とを、それぞれ、出力端子138、139に出力している点のみ異なる。従って、第一のCELP符号化回路20

を構成する回路の動作説明は省略する。

【0116】再び図4を参照して、第二のCELP符号化回路21は、上記入力信号を、第一のCELP符号化回路20の出力である3種類のインデックスILd、ILj、ILkと上記線形予測係数と上記量子化線形予測係数に基づいて符号化し、適応コードベクトルのインデックスIdとマルチパルス信号のインデックスIjとゲインのインデックスIkならびに線形予測係数に対応するインデックスIaをマルチプレクサ7に出力する。

【0117】図6は、第二のCELP符号化回路21の構成を示すブロック図である。図6を参照して、第二のCELP符号化回路21について説明すると、フレーム分割回路101は、入力端子100を介して入力した入力信号を、フレーム毎に分割し、サブフレーム分割回路102に出力する。

【0118】サブフレーム分割回路102は、上記フレーム内の入力信号を、さらに、サブフレーム毎に分割し、線形予測残差信号作成回路143とターゲット信号作成回路146に出力する。線形予測係数変換回路142は、入力端子140、141を介して、第一のCELP符号化回路20で算出した線形予測係数と量子化線形予測係数を入力し、それぞれ、第二のCELP符号化回路21の入力信号のサンプリング周波数に対応する第一の線形予測係数と第一の量子化線形予測係数とに変換す

$$As(z) = 1 - \sum_{i=1}^{Np} al(i) z^{-i}$$

【0123】線形予測分析回路144は、図13に示した線形予測分析回路103と同様に、上記線形予測残差信号を線形予測分析し、第二の線形予測係数aw

(i)、i=1、…、Np'を線形予測係数量子化回路145とターゲット信号作成回路146と適応コードブック探索回路147とマルチパルス生成回路148とマルチパルス探索回路149に出力する。ここで、Np'は線形予測分析の次数であり、例えば、「10」である。

【0124】線形予測係数量子化回路145では、図13に示した線形予測係数量子化回路104と同様に、上記第二の線形予測係数を量子化し、第二の量子化線形予

$$Hw'(z) = \frac{1 - \sum_{i=1}^{Np} al(i) R2^i z^{-i}}{1 - \sum_{i=1}^{Np} al(i) R1^i z^{-i}}$$

【0127】ここで、R1、R2、R3、R4は、聴感重み付け量を制御する重み係数である。例えば、R1=R3=0.6、R2=R4=0.9である。

【0128】次に、同回路内で保持した直前サブフレー

る。

【0119】線形予測係数のサンプリング周波数変換は、線形予測係数と量子化線形予測係数のそれぞれに対して、上式(2)と同形の線形予測合成フィルタのインパルス応答信号を算出し、上記インパルス応答信号をアップサンプリング(従来例のアップサンプリング回路4と同様な操作)後、自己相関を算出し、上記線形予測分析法を適用すれば良い。

【0120】また、線形予測係数変換回路142は、第一の線形予測係数a1(i)、i=1、…、Npを線形予測残差信号作成回路143とターゲット信号作成回路146と適応コードブック探索回路147とマルチパルス生成回路148とマルチパルス探索回路149に、第一の量子化線形予測係数a1'(i)、i=1、…、Npをターゲット信号作成回路146と適応コードブック探索回路147とマルチパルス生成回路148とマルチパルス探索回路149に、出力する。

【0121】線形予測残差信号作成回路143では、サブフレーム分割回路102から入力した入力信号により、線形予測逆フィルタ(次式(13)参照)を駆動して、線形予測残差信号を算出し、線形予測分析回路144に出力する。

【0122】

【数12】

…(13)

測係数aw'(i)、i=1、…、Np'をターゲット信号作成回路146と適応コードブック探索回路147とマルチパルス生成回路148とマルチパルス探索回路149に、第二の量子化線形予測係数を表すインデックスを出力端子113に出力する。

【0125】ターゲット信号作成回路146では、次式(14)で表される聴感重み付けフィルタHw'(z)を、サブフレーム分割回路102から入力した入力信号で駆動し、聴感重み付け信号を作成する。

【0126】

【数13】

$$1 - \sum_{i=1}^{Np'} aw(i) R4^i z^{-i} \quad \dots (14)$$

$$1 - \sum_{i=1}^{Np'} aw(i) R3^i z^{-i}$$

ムの線形予測合成フィルタ(次式(15)参照)と聴感重み付けフィルタHw'(z)を継続接続した聴感重み付け合成フィルタHsw'(z)を、サブフレームバッファ106を介して得られる直前サブフレームの励振信

号により駆動する。続けて、上記聴感重み付け合成フィルタのフィルタ係数を現サブフレームの値に変更して、信号値がすべて零である零入力信号を用いて、上記聴感重み付け合成フィルタを駆動して、零入力応答信号を算

$$Hs'(z) = \frac{1}{1 - \sum_{i=1}^{Np} a1'(i) z^{-i}} \cdot \frac{1}{1 - \sum_{i=1}^{Np'} aw'(i) z^{-i}} \quad \dots (15)$$

【0130】さらに、上記聴感重み付け信号から上記零入力応答信号を減算し、ターゲット信号 $X(n)$ 、 $n=0, \dots, N-1$ を作成する。ここで、 N はサブフレーム長である。また、ターゲット信号 $X(n)$ を適応コードブック探索回路147とマルチパルス探索回路149とゲイン探索回路130に出力する。

【0131】適応コードブック探索回路147では、上記第一の実施例における適応コードブック探索回路127（図2参照）と同様にして、入力端子124を介して得られるインデックス Id から、第一のピッチ $d1$ を算出し、さらに、第一のピッチ $d1$ を中心とした探索範囲の中から、上式（3）で表される誤差を最小とする第二のピッチ $d2$ を選択する。ただし、零状態の聴感重み付け合成フィルタとして、上記聴感重み付け合成フィルタ $Hsw'(z)$ をサブフレーム毎に初期化したフィルタ $Zsw'(z)$ を用いる。

【0132】そして適応コードブック探索回路147は、選択された第二のピッチ $d2$ と第一のピッチ $d1$ の差分値を差分ピッチとし、インデックス Id に変換後、出力端子110に出力する。また、選択された適応コードベクトル信号 $Ad(n)$ をゲイン探索回路130に、その再生信号 $SAd(n)$ をゲイン探索回路130とマルチパルス探索回路149に、出力する。

【0133】マルチパルス生成回路148では、上記第一の実施例におけるマルチパルス生成回路128と同様にして、第一のCELP符号化回路20で符号化したマルチパルス信号に基づく第一のマルチパルス信号 $DL(n)$ を作成する。また、零状態の聴感重み付け合成フィルタ $Zsw'(z)$ を用いて、第一のマルチパルス信号の再生信号 $SDL(n)$ を作成し、第一のマルチパルス信号をマルチパルス探索回路149に、第一のマルチパルス信号とその再生信号をゲイン探索回路130に、出力する。

【0134】マルチパルス探索回路149では、上記第一の実施例におけるマルチパルス探索回路129と同様にして、第一のマルチパルス信号と適応コードベクトル信号に直交する第二のマルチパルス信号を、零状態の聴感重み付け合成フィルタ $Zsw'(z)$ を用いて、新たに探索する。また、マルチパルス探索回路149は、第二のマルチパルス信号 $Cj(n)$ と、その再生信号 $SCj(n)$ をゲイン探索回路130に、対応するインデッ

出する。

【0129】

【数14】

クスを出力端子111に、出力する。

【0135】以下、音声復号装置について説明する。図7は、本発明の第二の実施例における第一のCELP復号回路の構成を示すブロック図である。図7を参照して、第一のCELP復号回路22と、図14に示したCELP復号回路との相違点について説明する。

【0136】第一のCELP復号回路22では、図14に示したCELP復号回路と比べて、線形予測係数復号回路118の出力である量子化線形予測係数を出力端子150に出力している点のみが異なる。従って、第一のCELP復号回路22を構成する回路の動作説明は省略する。

【0137】次に、図8は、本発明の第二の実施例における第二のCELP復号回路の構成を示すブロック図である。図8参照して、本発明の第二の実施例の音声復号装置を構成する第二のCELP復号回路23について説明する。

【0138】第二のCELP復号回路23は、前記第一の実施例における第二のCELP復号回路17と比べて、線形予測係数変換回路152と再生信号作成回路153の動作のみが相違している。以下ではこれらの回路の動作のみを説明する。

【0139】図8を参照すると、線形予測係数変換回路152は、入力端子151を介して、第一のCELP復号回路22で復号した量子化線形予測係数を入力し、符号化側の線形予測係数変換回路142と同様にして、第一の量子化線形予測係数に変換して、再生信号作成回路153に出力する。再生信号作成回路153では、ゲイン復号回路137で作成した励振信号で線形予測合成フィルタ $Hs'(z)$ を駆動することにより再生信号を作成し、出力端子123に出力する。

【0140】以上で、本発明の第二の実施例の音声符号化復号装置の動作説明を終える。なお、本実施例では、ピッチとマルチパルス信号と線形予測係数とを多段符号化する場合を説明したが、これらのうち一つまたは二つを多段符号化する場合についても、同様に説明できる。

【0141】図9は、本発明の第三の実施例の音声符号化復号装置の構成を示すブロック図である。図9を参照して、本発明の第三の実施例の音声符号化復号装置について説明する。簡単のため、階層数が2段の例を示す。3段以上についても、同様に説明できる。本実施例は、

音声符号化装置で符号化したビットストリームを、音声復号装置において2種類のビットレート（以後、高ビットレートと低ビットレートとする）で復号できるようにしたものである。

【0142】本発明の第三の実施例の音声符号化復号装置は、上記第一の実施例と比べて、第二のCELP符号化回路24、第二のCELP復号回路25の動作のみが相違している。以下では、これらの回路についての説明を行い、同一部分の説明は省略する。

【0143】第二のCELP符号化回路24は、入力信号を、第一のCELP符号化回路14の出力である4種類のインデックス ILd 、 ILj 、 ILk 、 ILa に基づいて符号化し、上記入力信号に対する適応コードベクトルのインデックス Id とマルチパルス信号のインデックス Ij とゲインのインデックス Ik ならびに線形予測係数のインデックス Ia をマルチプレクサ7に出力する。

【0144】図10は、本発明の第三の実施例の第二のCELP符号化回路24の構成を示すブロック図である。図10を参照して、第二のCELP符号化回路24について説明する。第二のCELP符号化回路24は、上記第一の実施例における第二のCELP符号化回路1

$$f1(i) = \begin{cases} 0.5 \times f(i) & i = 0, \dots, Np-1 \\ 0.0 & i = Np, \dots, Np'-1 \end{cases} \quad \dots (16)$$

【0147】さらに、線形予測係数量子化回路155は、量子化した誤差LSPと上記第一の量子化LSPを加算して第二の量子化LSPを算出し、第二の量子化LSPを量子化線形予測係数に変換した後、上記量子化線形予測係数をターゲット信号作成回路105と適応コードブック探索回路127とマルチパルス探索回路128に、量子化線形予測係数を表すインデックスを出力端子113に出力する。

【0148】次に音声復号装置について説明する。第二のCELP復号回路25は、第一のCELP符号化回路14において符号化したインデックス ILd 、 ILj 、 ILk 、 ILa と第二のCELP符号化回路24において、符号化したインデックス Id 、 Ij 、 Ik 、 Ia とから第二の再生信号を復号し、スイッチ回路19に出力する。

【0149】図11は、本発明の第三の実施例におけるCELP復号回路の構成を示すブロック図である。図11を参照して、第二のCELP復号回路25と、本発明の第一の実施例における第二のCELP復号回路17（図3参照）との相違点について以下に説明する。本発明の第三の実施例においては、線形予測係数復号回路157の動作のみが、前記第一の実施例と相違しており、以下では線形予測係数復号回路157の動作について説明する。

【0150】線形予測係数復号回路157では、入力端

5（図2参照）と比べて、線形予測係数量子化回路155の動作のみが異なる。以下では、線形予測係数量子化回路155の動作について説明し、同一部分の説明は省略する。

【0145】図10を参照して、線形予測係数量子化回路155では、入力端子154を介して入力した線形予測係数のインデックス Ia から量子化LSP $f(i)$ 、 $i = 0, \dots, Np-1$ （ Np は第一のCELP符号化回路14における線形予測分析の次数であり、例えば「10」）を復号し、復号した量子化LSPを第二のCELP符号化回路24の入力信号のサンプリング周波数に対応する第一の量子化LSP $f1(i)$ 、 $i = 0, \dots, Np'-1$ （ Np' は第二のCELP符号化回路24における線形予測分析の次数であり、例えば「20」）に変換後、線形予測分析回路103で得た線形予測係数から算出したLSPと、上記第一の量子化LSPと、の誤差LSPを周知のLSP量子化法により量子化し、量子化誤差LSPを算出する。なお、量子化LSPのサンプリング周波数変換は、例えば、次式（16）により実現される。

【0146】

【数15】

子114を介して入力したインデックス ILa から量子化LSP $f(i)$ 、 $i = 0, \dots, Np-1$ を復号し、第一の量子化LSP $f1(i)$ 、 $i = 0, \dots, Np'-1$ にするとともに、入力端子156を介して入力したインデックス Ia から上記量子化誤差LSPを復号し、第一の量子化LSPと上記量子化誤差LSPを加算して第二の量子化LSPを算出し、第二の量子化LSPを量子化線形予測係数に変換した後、上記量子化線形予測係数を再生信号作成回路122に出力する。

【0151】以上で、第三の実施例の説明を終える。なお、本実施例では、ピッチとマルチパルス信号と線形予測係数とを多段符号化する場合を説明したが、これらのうち一つまたは二つを多段符号化する場合についても同様に説明できる。

【0152】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、階層CELP符号化における第2階層以降の符号化効率を向上することができる、という効果を奏する。

【0153】その理由は、本発明においては、信号上で多段符号化を行うのではなく、符号化パラメータ毎に多段符号化を行なっている、からである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例の音声符号化復号装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第一の実施例における第二のCELP

符号化回路の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第一の実施例における第二のCELP復号回路の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第二の実施例の音声符号化復号装置の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の第二の実施例における第一のCELP符号化回路の構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の第二の実施例における第二のCELP符号化回路の構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の第二の実施例における第一のCELP復号回路の構成を示すブロック図である。

【図8】本発明の第二の実施例における第二のCELP復号回路の構成を示すブロック図である。

【図9】本発明の第二の実施例の音声符号化復号装置の構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の第三の実施例における第二のCELP符号化回路の構成を示すブロック図である。

【図11】本発明の第三の実施例における第二のCELP復号回路の構成を示すブロック図である。

【図12】本発明に関連する音声符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図13】CELP符号化回路の構成例を示すブロック図である。

【図14】CELP復号回路の構成例を示すブロック図である。

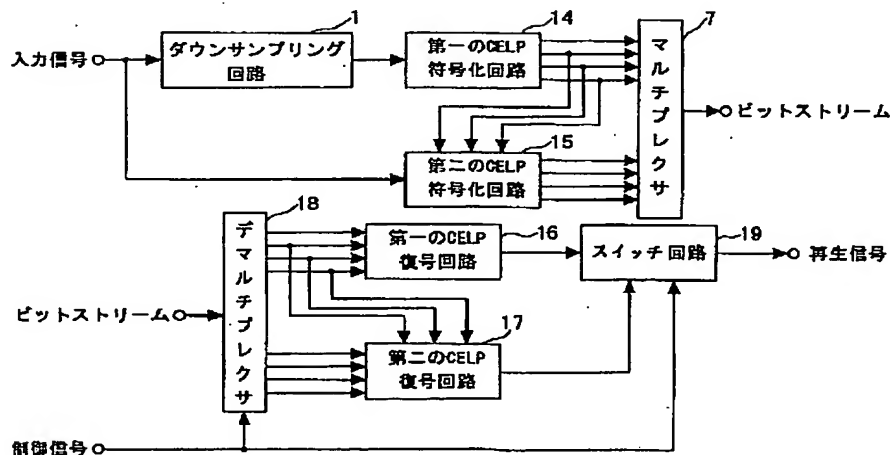
【符号の説明】

- 1 ダウンサンプリング回路
- 2、6、14、15、20、21、24 CELP符号化回路
- 3、9、10、16、17、22、23、25 CEL

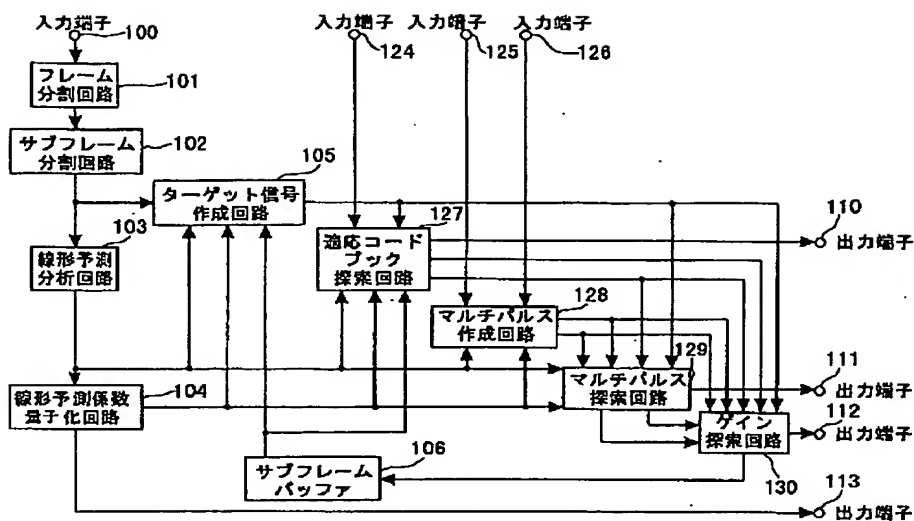
P復号回路

- 4、11 アップサンプリング回路
- 5 差分回路
- 7 マルチプレクサ
- 8、18 デマルチプレクサ
- 12 加算回路
- 13、19 スイッチ回路
- 100、114、115、116、117、124、125、126、131、132、133、140、141、151、154、156 入力端子
- 101 フレーム分割回路
- 102 サブフレーム分割回路
- 103、144 線形予測分析回路
- 104、145、155 線形予測係数量子化回路
- 105、146 ターゲット信号作成回路
- 106 サブフレームバッファ
- 107、127、147 適応コードブック探索回路
- 108、129、149 マルチパルス探索回路
- 109、130 ゲイン探索回路
- 110、111、112、113、123、138、139、150 出力端子
- 118、157 線形予測係数復号回路
- 119、134 適応コードブック復号回路
- 120、135 マルチパルス復号回路
- 121、137 ゲイン復号回路
- 122、153 再生信号作成回路
- 128、136、148 マルチパルス生成回路
- 142、152 線形予測係数変換回路
- 143 線形予測残差信号作成回路

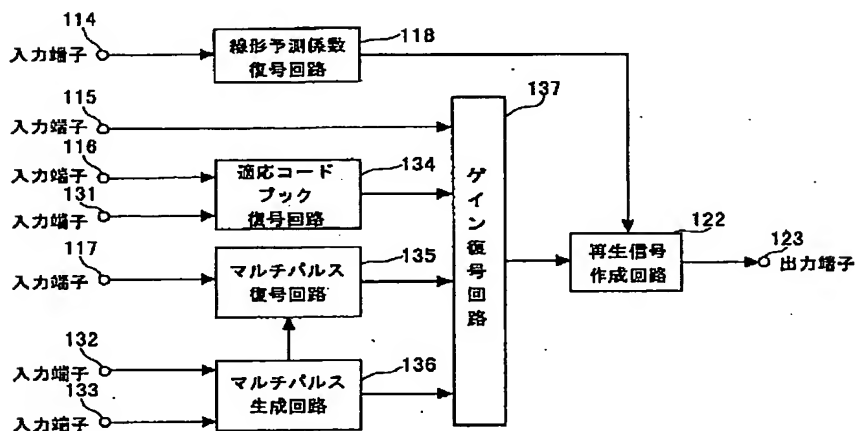
【図1】



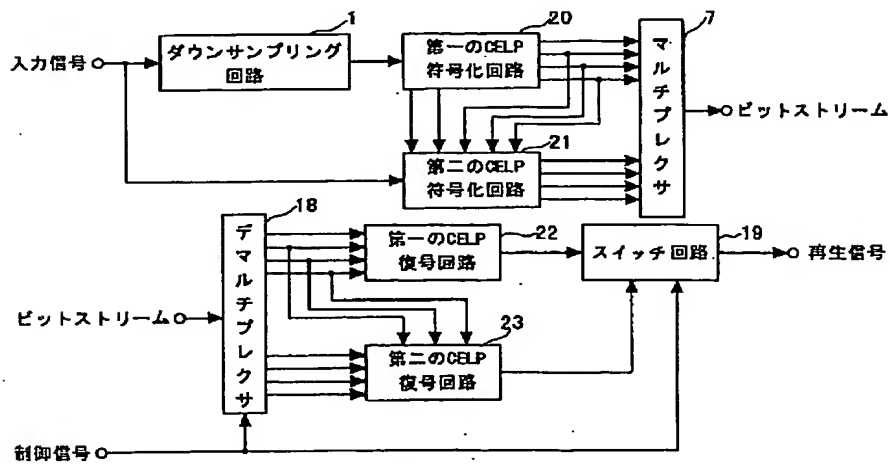
【圖 2】



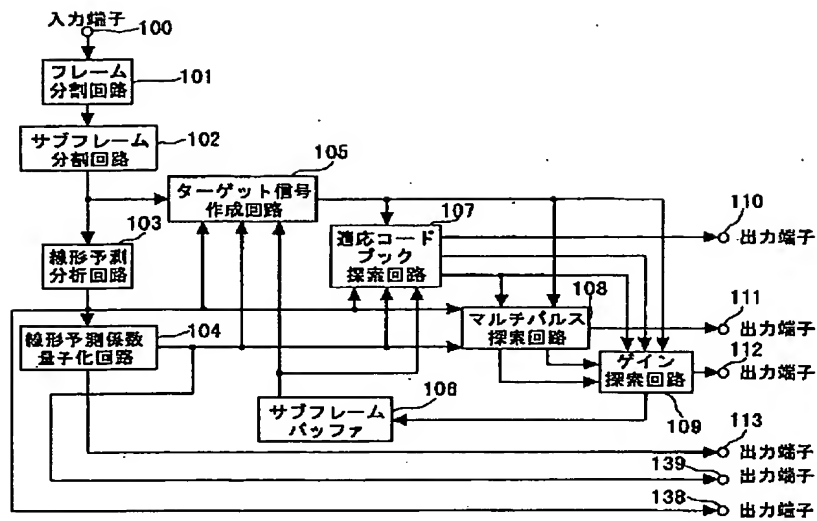
【图 3】



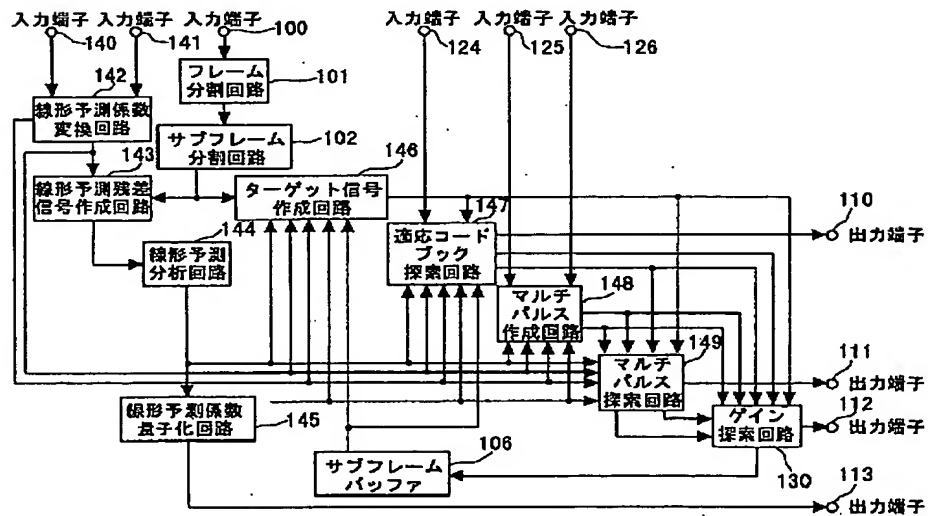
【図4】



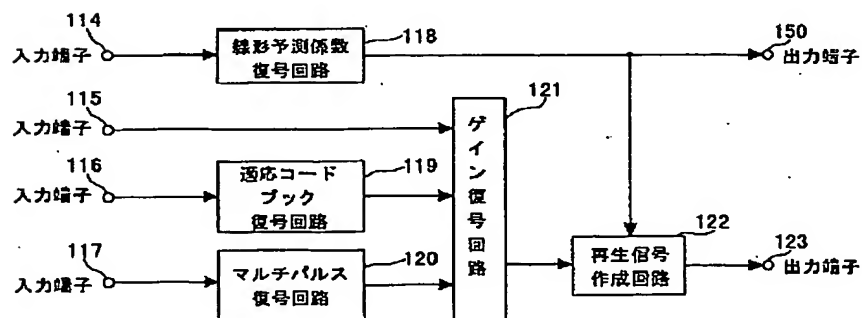
【図5】



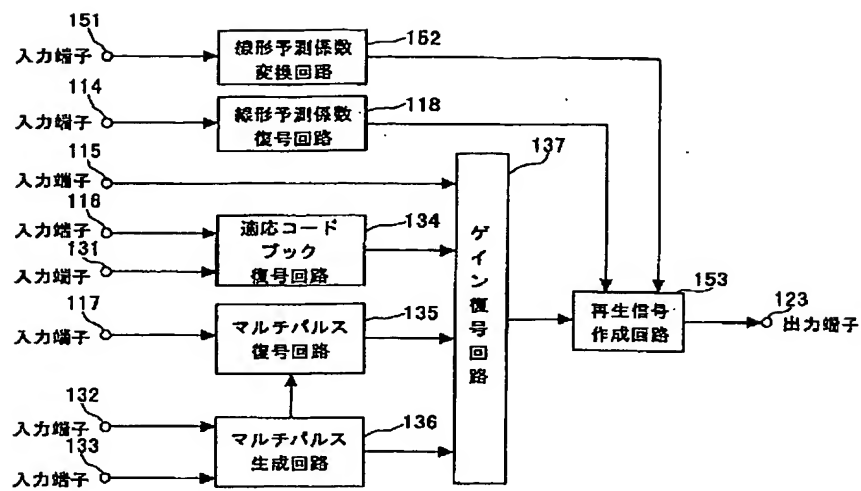
【図6】



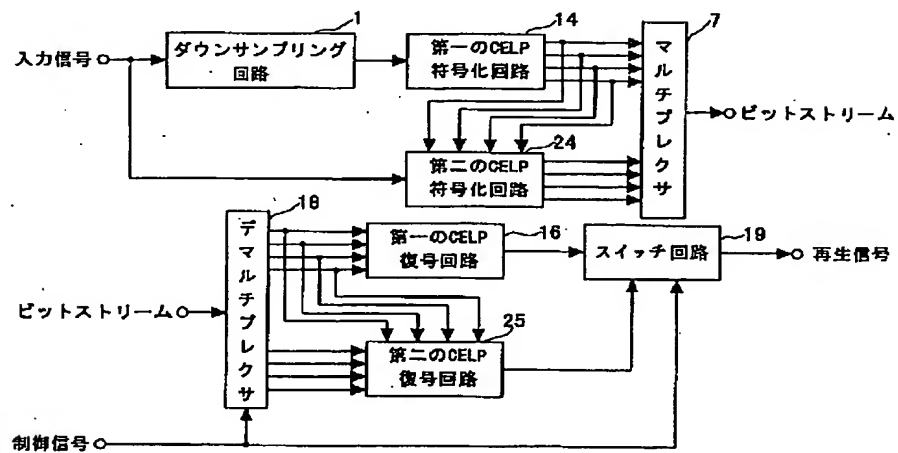
【図7】



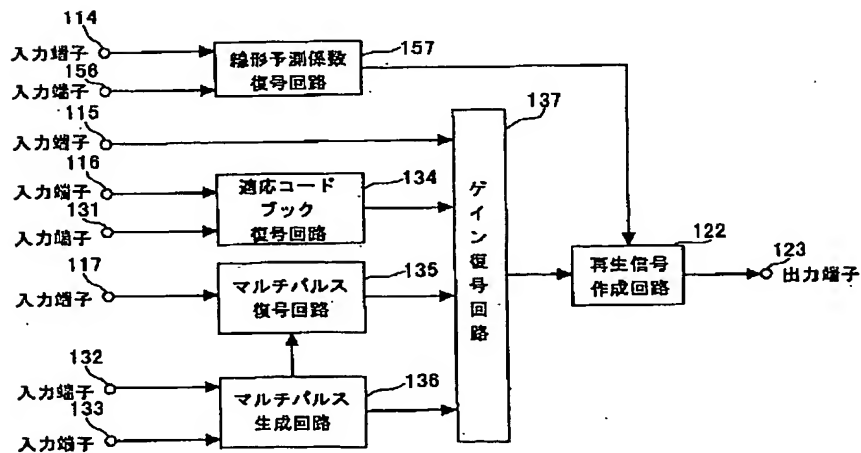
【図8】



【図9】



【図11】



【図13】

